



PCT/JP 2004/006142

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

28. 4. 2004

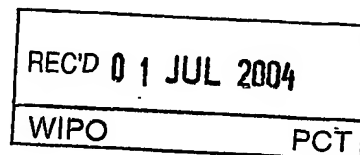
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 4月28日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-123418

[ST. 10/C]: [JP 2003-123418]



出 願 人
Applicant(s):

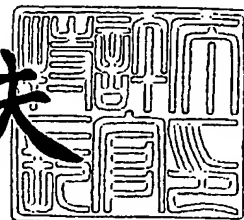
東京都
株式会社先端科学技術インキュベーションセンター

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 6月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2004-3047602



【書類名】 特許願

【整理番号】 030343

【提出日】 平成15年 4月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23C

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都狛江市岩戸北 2 - 5 - 5

 【氏名】 相澤 龍彦

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都北区西が丘三丁目 1 3 番 1 0 号 東京都立産業技術研究所内

 【氏名】 三尾 淳

【特許出願人】

 【住所又は居所】 東京都北区西が丘三丁目 1 3 番 1 0 号 東京都立産業技術研究所内

 【氏名又は名称】 三尾 淳

【特許出願人】

 【識別番号】 899000024

 【氏名又は名称】 株式会社 先端科学技術インキュベーションセンター

【代理人】

 【識別番号】 100089705

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2 0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 社本 一夫

 【電話番号】 03-3270-6641



【選任した代理人】

【識別番号】 100076691

【弁理士】

【氏名又は名称】 増井 忠弐

【選任した代理人】

【識別番号】 100075270

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 泰

【選任した代理人】

【識別番号】 100080137

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 昭男

【選任した代理人】

【識別番号】 100096013

【弁理士】

【氏名又は名称】 富田 博行

【選任した代理人】

【識別番号】 100083747

【弁理士】

【氏名又は名称】 狩野 剛志

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 051806

【納付金額】 21,000円

【その他】

国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成13年度、
経済産業省、「イオンプレーティング膜へのイオン注入
複合処理によるドライ切削工具の開発」の委託研究、産
業再生法第30条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1



【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 高速加工工具

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 硬質材料を母材とし、母材表面から $1\mu\text{m}$ 以内において、フッ素、塩素、臭素、及びヨウ素からなる群より選択される少なくとも 1 種の元素の濃度が $0.2\text{mol}\%$ から $10\text{mol}\%$ である高速加工用部品。

【請求項 2】 硬質材料を母材とし、母材の外側に Ti と C 及び／又は N とを含むコーティング層を有し、コーティング層の表面から $1\mu\text{m}$ 以内において、フッ素、塩素、臭素、及びヨウ素からなる群より選択される少なくとも 1 種の元素の濃度が $0.2\text{mol}\%$ から $10\text{mol}\%$ である高速加工用部品。

【請求項 3】 コーティング層が TiC、TiN、TiCN、及び TiAlCN からなる群より選択される 1 種以上を含有する請求項 2 に記載の部品。

【請求項 4】 フッ素、塩素、臭素、及びヨウ素からなる群より選択される少なくとも 1 種の元素がイオン注入により添加された請求項 1 乃至 3 の何れかの部品。

【請求項 5】 加工用部品表面から $1\mu\text{m}$ 以内において、Ti の濃度が $0.2\text{mol}\%$ から $30\text{mol}\%$ である請求項 1 乃至 4 の何れかの部品。

【請求項 6】 母材が超硬合金である請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の部品。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の部品を被加工材に対して $150\text{m}/\text{分}$ 以上の速度で接触させる処理を行った高速加工用部品。

【請求項 8】 被加工材と接する面に自己潤滑膜をさらに有する請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の部品。

【請求項 9】 自己潤滑膜が被加工材に対して $150\text{m}/\text{分}$ 以上の速度で接触させることにより生成した膜である請求項 8 に記載の部品。

【請求項 10】 自己潤滑膜の生成に用いる被加工材が表層に Ti を含有する請求項 9 に記載の部品。

【請求項 11】 自己潤滑膜が Ti 酸化物及び／又は Ti 含有複合酸化物を含有し；該酸化物及び／又は複合酸化物における Ti の平均原子価が 2 価より大

きく 4 価未満であり；自己潤滑膜中の Ti の量を TiO_2 に換算した場合、（換算 TiO_2 重量／自己潤滑膜の重量）で表される重量比が 5 % 以上である請求項 8 乃至 1 0 の何れかに記載の部品。

【請求項 1 2】 請求項 1 乃至 1 1 の何れかに記載の部品を用いた高速加工方法。

【請求項 1 3】 請求項 1 乃至 1 1 の何れかに記載の部品を含む高速切削工具。

【請求項 1 4】 切り込み深さ 1. 0 mm、送り 0. 1 mm / rev、切削速度 4 0 0 m / min、及び切削距離 5 0 0 m の条件で切削を行った後の工具逃げ面の摩耗幅 V_B が 7 0 μ m 以下である請求項 1 3 の高速切削工具。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 記載の切削工具により、切削油を用いずに切削速度 1 5 0 m / 分以上で切削する方法。

【請求項 1 6】 請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の部品を被加工材に対して 1 5 0 m / 分以上の速度で接触させる工程を含む、高速加工用部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、耐摩耗性、潤滑性、耐欠損性に優れ、高速加工用途に使用できる部品に関する。また、該部品を含む加工工具、その工具を用いた高速加工方法、特に乾式切削方法にも関する。


【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、生産性の向上の観点から加工速度の高速化が望まれており、例えば切削の分野でも高速切削が求められている。高速切削の対象も拡大しており、熱処理硬化後の熱間鍛造型やダイスカスト型などの高硬度材への適用も求められている。

【0 0 0 3】

従来の切削方法では、潤滑作用の促進と刃先冷却を目的として切削油が用いられており、高速切削では特に切削油が必要とされてきた。しかし、切削油を使用



すると異臭、汚れ、及び油煙の発生等により作業環境の悪化を招き、廃油処理に伴い環境汚染の問題が生じるだけでなく、工具の腐食が生じることもある。そこで、切削油を用いない乾式切削が望まれており、そのためには耐摩耗性、耐欠損性、潤滑性、及び耐熱性を有する切削工具の開発が必要となる。そして、高速域でも上記の特性を有することが望ましい。

【0004】

乾式切削のための工具としては、硬質材料に硬度の高い被膜を予め形成させ耐久性を向上させた工具が報告されている。例えば、Ti-Al-N-C系のコーティングを施した高速度工具鋼（例えば、特許文献1参照）、TiCN、TiAlN、SiC、及びAl₂O₃といった成分の被覆層を有する超硬合金（例えば、特許文献2及び3参照）が挙げられる。これらの被覆層の形成には、CVDやPVDといった方法が用いられている。さらに、タングステンカーバイドにC1やSといった元素をイオン注入して耐摩耗性を向上させる試みも為されている（例えば、特許文献4参照）。

【0005】

しかし、母材に被覆を施す従来の方法には以下のような欠点がある。まず、母材とは異なる材質である被覆層を成膜する結果、両者の間で剥離が起こりやすい。接着性を高めるため複数の層を形成させる方法も試みられているが、工程が複雑になる。さらに、高硬度の被覆層を形成しても靱性が低く、被切削材によっては欠損が発生して工具寿命が充分ではない場合がある。それに加え、高硬度被覆層で被削体を切削すると切屑が被覆層に付着するため、高速域での切削抵抗が十分に低減されないという問題が生じる。タングステンカーバイドのイオン注入では中速域（例えば、切削速度91m/minまで）の条件で耐摩耗性の改善がみられるものの、その性能は被覆工具には及ばない。

【0006】

このような問題のため、現在の鋼の切削加工速度は切削油を用いた場合でも最大で150～200m/minとすることが多く、乾式切削では100/min以下とすることが多い。従って、高速域での乾式切削が困難であるのが実状である。



【0007】

- 【特許文献1】 特開平11-300518号公報
【特許文献2】 特開2000-336489号公報
【特許文献3】 特開2001-293611号公報
【特許文献4】 米国特許第5038645号明細書

【0008】

【発明の解決しようとする課題】

本発明は上記のような事情に鑑みなされたものであり、高速域での耐摩耗性、耐欠損性、潤滑性、切削抵抗、及び耐熱性が改善された加工用部品、特に高速切削工具を提供することを目的とする。さらに本発明の加工用部品を用いた高速加工方法、特に高速での乾式切削方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは鋭意研究の結果、加工用部品の表層にハロゲン元素を添加して被加工材を高速で接触させると、該ハロゲン元素の酸化促進効果に伴って耐摩耗性や潤滑性といった特性が改善されることを見出し、本発明を完成させるに至った。本発明によれば、加工用部品及び被加工材を高速で摩擦させて界面反応を起こし、それにより加工用部品表面を修飾して摩耗特性を改善することができる。従って、修飾表面が摩耗した場合には適宜高速処理を行うことにより、修飾表面を再生することができる。本発明の加工工具を使用すると、その優れた潤滑性により、潤滑油を使用することなく高速加工が可能となる。

【0010】

上記の様な本発明の利点は、Ti 酸化物相及び／又はTi 含有複合酸化物相（ただしTi の原子価が2 価より大きく4 価未満である）を含む自己潤滑層に起因すると考えられる。そして、該自己潤滑膜が高速域での加工工程においてインプロセスで生成及び再生しうる点にも特徴を有する。

【0011】

即ち本発明の要旨は、硬質材料を母材とし、母材表面から1 μ m 以内において、フッ素、塩素、臭素、及びヨウ素からなる群より選択される少なくとも1 種の



元素の濃度が0.2mol%から10mol%である高速加工用部品に存する。母材の外側にTiとC及び／又はNとを含むコーティング層を有する場合には、コーティング層の表面から1μm以内において、フッ素、塩素、臭素、及びヨウ素からなる群より選択される少なくとも1種の元素の濃度が0.2mol%から10mol%である高速加工用部品にも存する。フッ素、塩素、臭素、及びヨウ素からなる群より選択される少なくとも1種の元素は、イオン注入により添加できる。本発明の加工用部品を被加工材に対して150m/分以上の速度で接触させ、高速加工用部品を製造することができる。

【0012】

さらに本発明の要旨は、被加工材に対して150m/分以上の速度で接触させる処理を行った上記の高速加工用部品にも存する。

また本発明の要旨は、被加工材と接する面に自己潤滑膜をさらに有する上記の高速加工用部品にも存する。自己潤滑膜は、被加工材に対して150m/分以上の速度で接触させることにより生成する。自己潤滑膜の生成に用いる被加工材として、表層にTiを含有する材が挙げられる。自己潤滑膜はTi酸化物及び／又はTi含有複合酸化物を含有し、該酸化物及び／又は複合酸化物におけるTiの平均原子価が2価より大きく4価未満であり、自己潤滑膜中のTiの量をTiO₂に換算した場合、(換算TiO₂重量/自己潤滑膜の重量)で表される重量比が5%以上である。

【0013】

本発明の要旨は、上記の加工用部品を用いた高速加工方法にも存する。また、上記の加工用部品を含む高速切削工具にも存する。本発明の高速切削工具では、切り込み深さ1.0mm、送り0.1mm/rev、切削速度400m/min、及び切削距離500mの条件で切削を行った後の工具逃げ面の摩耗幅V_Bを70μm以下にすることができる。また、切削油を用いずに切削速度150m/分以上で切削することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を詳細に説明する。



本発明の高速加工用部品の母材は、被加工材の材質や加工形状に応じて適宜選択することができるが、例えば合金工具鋼、炭素工具鋼、高速度工具鋼、粉末高速度工具鋼、超硬合金、サーメット、セラミックス、鍛造用型鋼、熱間ダイス鋼、冷間ダイス鋼、軸受鋼、ステンレス鋼、耐熱鋼、アルミニウム及びその合金、チタン及びその合金、モリブデン及びその合金、タングステン及びその合金を使用することができる。

【0015】

母材にはコーティングを行ってもよいし、行わなくてもよい。コーティング層の材料としては、TiとC及び／又はNとを含む材料といった高硬度材料が好ましい。例えば、TiC、TiN、TiCN、及びTiAlCNなどが挙げられる。上記の材料において、Tiの一部が他の金属元素で置換されてもよい。また、複数のコーティング層を積層してもよい。

【0016】

母材がコーティングを行わない場合、該母材表面から $1\mu\text{m}$ 以内、好ましくは $5\mu\text{m}$ 以内、さらに好ましくは $10\mu\text{m}$ 以内の表層において、フッ素、塩素、臭素、及びヨウ素からなる群より選択される少なくとも1種の元素が添加される。母材にコーティングを行う場合には、該コーティング層の表面から $1\mu\text{m}$ 以内、好ましくは $5\mu\text{m}$ 以内、さらに好ましくは $10\mu\text{m}$ 以内の表層において、フッ素、塩素、臭素、及びヨウ素からなる群より選択される少なくとも1種の元素が添加される。上記元素がコーティング層だけでなく母材に及んでもよい。上記元素の存在する領域が薄すぎると耐久性が悪くなり、厚すぎると元素の注入工程が煩雑となる。

【0017】

該元素の濃度は $0.2\text{mol}\%$ 以上、好ましくは $0.5\text{mol}\%$ 以上、さらに好ましくは $1\text{mol}\%$ 以上であり、 $20\text{mol}\%$ 以下、好ましくは $10\text{mol}\%$ 以下、さらに好ましくは $8\text{mol}\%$ 以下である。濃度が低すぎると潤滑性が改善され難くなり、高すぎると母材及び／又はコーティング層の結晶構造に損傷を与えることがある。

【0018】



フッ素、塩素、臭素、及びヨウ素の添加方法としては、イオン注入法が挙げられる。イオン注入にあたり各種公知の装置及び条件を使用することができ、イオン注入の表面濃度及びエネルギーは、上記の表層濃度を充たすよう母材及び／又はコーティング層に依存して選択することができる。例えば、表面濃度としては $1 \times 10^{15} \text{ ions/cm}^2 \sim 1 \times 10^{18} \text{ ions/cm}^2$ 、好ましくは $1 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^2 \sim 5 \times 10^{17} \text{ ions/cm}^2$ とし、加速エネルギーは 20 keV 以上、好ましくは 30 keV 以上、500 keV 以下、好ましくは 200 keV 以下とすることができる。

【0019】

上記以外の元素であっても、加工工程で酸化剤として寄与しうる状態で加工用部品の表層に含有される元素であれば、上記元素に代えて又は上記元素と併せて使用することができる。

【0020】

母材には、さらに Ti が含有されてもよい。Ti の形態として特に制限はないが、例えば炭化チタン、金属 Ti、酸化チタン、窒化チタンが挙げられる。これらの Ti 化合物は少なくとも母材表層に存在すればよく、母材の特性に影響が生じなければ Ti 濃度に特に制限はない。例えば母材が超硬合金である場合、0.2 mol % 以上、好ましくは 1.0 % 以上であり、30 mol % 以下、好ましくは 15 mol % 以下にすることができる。

【0021】

本発明の加工用部品が Ti 含有コーティング層を有しない場合には、母材が Ti を含有することが好ましく、母材表面から $1 \mu\text{m}$ 、好ましくは $10 \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $20 \mu\text{m}$ の表層において、Ti を上記の濃度で存在させることができる。Ti 濃度が低すぎると本発明の効果が得られにくいことがあり、高すぎると母材の硬度や強度といった特性が損なわれることがある。ただし、Ti を含有する被加工材を使用するといった方法で外部から Ti を供給してもよい。

【0022】

加工用部品がコーティング層を有する場合にも、部品表面から $1 \mu\text{m}$ 、好ましくは $10 \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $20 \mu\text{m}$ の表層において、Ti を上記の濃度で



存在させることができる。Tiが上記濃度で存在する領域がTi含有コーティング層であってもよい。

【0023】

該フッ素、塩素、臭素、及びヨウ素からなる群より選択される1種以上の元素を添加した加工用部品を高速で被加工材と接触させる表面処理により、耐摩耗性、耐欠損性、潤滑性、及び耐熱性といった特性を改善することができる。ここで高速とは、加工用部品と被加工材との相対速度が150m/分以上、好ましくは200m/分以上、さらに好ましくは250m/分以上であることをいう。この高速での表面処理は、潤滑油なしで行うことができる。

【0024】

加工用部品がTi含有コーティング層を有さず、母材がTiを実質的に含まず、かつTiを含有しない被加工材に使用する場合には、加工用部品をTi含有被加工材と予め高速接触させて（以下、「予備高速処理」と表記することがある）潤滑性を向上させておくことが好ましい。母材がTiを含有している場合には、予備高速処理をしなくても加工プロセス中に潤滑性を向上させることができる。ただし予備高速処理を行えば、使用開始直後から優れた特性が得られるだけでなく、潤滑性等の特性を最適化することができる。

【0025】

加工用部品がTi含有コーティング層を有する場合にも、予備高速処理なしで加工プロセス中に潤滑性の向上を図ることができる。ただし予備高速処理を行えば、使用開始直後から優れた特性が得られるだけでなく、潤滑性等の特性を最適化することができる。

【0026】

被加工材に特に制限はないが、Ti脱酸鋼といったTi含有材料である場合には潤滑性の向上において有利である。特に被加工材の表層にTiが存在すると、予備高速処理における潤滑性の付与及び加工プロセスにおける潤滑性の保持において有利である。

【0027】

加工用部品に潤滑性を付与した後、被加工材との接触面が摩耗して潤滑性が低



下した場合には、再度Ti含有被加工材と高速接触させて潤滑性を付与することもできる。界面反応にTiを供給するという観点からは、該Ti含有被加工材が少なくとも表層にTiを含有することが好ましい。

【0028】

上記の処理によって耐摩耗性や潤滑性が改善される理由は必ずしも明らかではないが、加工用部品が被加工材と接触する面に形成される自己潤滑膜が寄与しているとも考えられる。ここで自己潤滑膜とは、加工用途に供する前に外部から付着させた被覆層（例えばTi含有コーティング層）ではなく、加工用部品自体に由来した反応により生成する潤滑膜を指す。加工用部品がコーティング層を有する場合には、そのコーティング層の上に自己潤滑膜が形成され、コーティング層を有さない場合には、母材上に自己潤滑膜が形成される。

【0029】

このような過程で生成される潤滑膜は、従来の被覆層と異なり、摩耗が生じても随時再形成されて安定な性能を示すという利点がある。さらにコーティング層を形成する工程を省略することができ、保護層と母材との接着性も強化することができる。また、被削材が加工用部品の表面に堆積することを抑制できる。

【0030】

該自己潤滑膜の厚みには、本発明の効果を奏すれば特に制限はないが、例えば0.05 μm 以上10 μm 以下である。

該自己潤滑膜の成分としては、耐摩耗性、潤滑性等を付与する成分であれば特に制限はないが、負荷する面圧に応じて剪断変形可能であれば潤滑性が向上できるため好ましい。そのような成分としては、例えば TiO_x ($1 < x < 2$) で表されるTi酸化物、各種のMo酸化物、W酸化物、及びNb酸化物が挙げられる。Ti酸化物相としては、 $\text{Ti}_n\text{O}_{2n-1}$ (n : 整数) で表されるMagneli相が挙げられる。また、Ti、Mo、W、及びNbからなる群より選択される1種以上の元素を含有する複合酸化物も挙げられる。複合酸化物の場合、Si及び/又はMnが含まれてもよく、例えば MnTiO_3 であってもよい。自己潤滑膜が上記の相の1種類のみを含有してもよく、複数の種類を含有してもよい。

【0031】



Ti 酸化物及び／又はTi 複合酸化物が自己潤滑膜中に含有される場合には、Ti の平均原子価を2 価より大きく4 価未満とすることができる。加工用部品がTi 含有コーティング層を有さない場合には、自己潤滑膜中のTi の量をTi O₂ に換算して（換算Ti O₂ 重量／自己潤滑膜の重量）で表される重量比を5 %以上、好ましくは10 %以上にすることができる。Ti 含有コーティング層を有する場合には、該重量比を10 %以上、好ましくは20 %以上、さらに好ましくは40 %以上とすることができる。ここで換算Ti O₂ 重量とは、全てのTi がTi O₂ として存在すると仮定した場合のTi O₂ の重量を指す。

【0032】

高速で摩擦させることにより自己潤滑膜が生成する機構は必ずしも明確ではないが、例えば母材表層に高圧力の負荷が印加された環境下では、母材中のハロゲン元素が1 価の負イオンに還元されるのに伴いTi を酸化し、上記のTi 中間酸化物層が形成されているとも考えられる。

【0033】

本発明において高速加工とは、加工部品と被加工材との相対速度が150 m／分以上、好ましくは200 m／分以上、さらに好ましくは250 m／分以上を指す。本発明の加工部品を使用すれば、潤滑油を使用せずに乾式加工（例えば、乾式切削）を行うことができる。

【0034】

本発明の高速加工用部品は、被加工材と高速で接触して摩擦を生じる部位であれば何れの器具にも使用することができる。例えば、ドリル、フライス、シェービングカッタ、ホブ、エンドミルといった切削工具、熱間鍛造型及び冷間鍛造型といった各種の金型、及び摺動部品に使用することができる。切削工具に使用した場合、耐久性を改善して長寿命にすることができ、加工精度の向上も図ることができる。

【0035】

本発明の切削工具では、工具逃げ面上に自己潤滑膜が形成されるため、摩耗が抑制される。切削工具の交換又は再研削は工具の逃げ面摩耗幅V_Bが200～300 μmに達した時点で行われるのが通例であり、V_Bは摩耗の程度を示す良い



指標となる。本発明の切削工具では、切り込み深さ 1. 0 mm、送り 0. 1 mm / rev、切削速度 4 0 0 m / min、及び切削距離 5 0 0 m の条件で乾式切削を行った場合の摩耗幅を 7 0 μm 以下、好ましくは 6 0 μm 以下にすることができる。また、切削速度 V m / min 及び切削距離 5 0 0 m の条件で乾式切削を行った後の摩耗幅 V_B μm について、本発明の工具では

$$V_B \leq V_{B0} + 0. 0 6 3 7 5 \cdot V$$

(ただし V は 1 0 0 m / min 以上 5 0 0 m / min 以下であり、 V_{B0} は 3 0 μm である)

の条件を充足しうる。この様に、高い切削速度 V でも摩耗幅 V_B が抑制されているため、切削工具を長寿命化することができる。なお、上記の乾式切削条件は実施例 1 及び 5 に記載の通りである。

【0 0 3 6】

【実施例】

以下実施例により、本発明をより詳細に説明するが、本発明が以下の実施例によって限定されるものではない。

<被削材>

実施例で使用した被削材は A 1 脱酸鋼及び T i 脱酸鋼である。これらの鋼は、1 0 0 k g 高周波誘導炉によって S 4 5 C 組成の鋼を溶製し、5 0 k g 鋼塊に分注の際に T i 及び A 1 で脱酸処理し、鋼塊を熱間圧延によって ϕ 7 5 mm とし、焼きならし処理をすることによって作成した。その化学組成は表 1 の通りである。T i を用いると、鋼材中の T i 濃度が高くなることがわかる。

【0 0 3 7】

【表1】

被削材の化学分析値(mass%)

鋼種名	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	S-AL	T-N	Ti	O
Ti脱酸鋼	0.44	0.34	0.80	0.002	0.001	<.01	<.01	<.01	<.01	<.002	0.0009	0.0100	0.0011
Al脱酸鋼	0.45	0.35	0.80	0.003	<.001	<.01	<.01	<.01	<.01	0.021	0.0006	0.0005	0.0006

【0038】

<切削工具の作成>

未処理のP10種相当品工具（組成：WC-TiC（TaC）30%-Co10%、住友電工社製、形状：TNUN331（三角型チップ）、型番：ST10P）、TiNコーティングを行ったP10種相当品工具（P10種相当品工具に



TiCN-Al₂O₃-TiNの順で多層コーティングを行ったもの、三菱マテリアル社製、形状：P10工具と同等、型番：UE6005）、及びTiCNコーティングを行ったP10種相当品工具（P10種相当工具品にTiC及びTiNの超薄膜を交互に蒸着したもの、住友電気社製、形状：TNUN331、型番：K29J）に塩素を用いてイオン注入を行った。イオン注入の条件は、何れも100keV及び 1×10^{17} ion/cm²とした。イオン注入は、すくい面のみに行った。

【0039】

<実施例1> 非コーティング工具の切削抵抗試験

イオン注入を行ったP10工具及びイオン注入を行わずTiNコーティングを行ったP10工具について、低速から高速域での乾式切削試験を行い切削抵抗を測定した。比較のため、幅広い切削用途に用いられるP30工具（イオン注入や被覆処理をしていない未処理品、組成 WC-TiC (TaC) 8%-Co10%、三菱マテリアル社製、形状：P10工具と同等、型番：UT20T）についても併せて試験を行った。切削条件は、以下の通りであった。

【0040】

切り込み深さ $D_c : 1.0 \text{ mm}$

送り $f : 0.1 \text{ mm/rev}$

被削材 上記のAl脱酸鋼及びTi脱酸鋼

切削速度 同一の工具で10m/分から300m/分まで増加

切削時に工具に加わる力や自己潤滑膜の生成について、図1に示す。

【0041】

図2に、切削抵抗合力（R）の切削速度依存性を示す。何れの工具も中速域（40～100m/min）に極大値を有し、高速になるにつれて減少するが、イオン注入工具は高速域で特徴的な挙動を示した。

【0042】

まず20から50m/minでは、イオン注入工具の方がTiNコーティング工具と比較して切削抵抗合力が大きく、しかも速度の増加に伴う抵抗合力の上昇の割合も大きいことがわかる。しかし切削速度をさらに上げると、イオン注入工



具の方が低いRを示した。つまり中速域の結果とは異なり、高速域ではイオン注入工具の方が高い潤滑性が得られることがわかる。例えば300m/minにおけるイオン注入工具でのRの値は、TiNコーティング工具の値から12%減少した。

【0043】

P30種相当工具と本発明の工具を比較すると、中速域でも有利な効果が得られる。切削速度50m/min以上では、P30種工具と比較して本発明の工具ではRが約20%低下した。

【0044】

同様の現象は、送り分力(F_s ; 図3)でも観測された。切削速度300m/minにおいて、本発明の工具では、TiNコーティング工具と比較して F_s を10~15%削減することができた。P30種相当工具と比較しても、切削速度50m/min以上で約25%削減することができた。この様に、本発明によれば、コーティングを行わなくても母材にイオン注入を行うことにより、加工力を大きく減じることができる。


【0045】

さらに、主分力(F_c)及び送り分力(F_s)から幾何学的に算出される工具一切屑接触面の摩擦係数(μ ; 図4)でも、高速域でイオン注入工具が優れた特性を示した。例えば300m/minにおける摩擦係数について、イオン注入工具の値がTiNコーティング工具と比較して10%減少し、耐摩耗性に優れていることを示している。P30種相当工具と比較しても、切削速度50m/min以上において摩擦係数が約10%減少した。この様に、本発明によれば工具一切屑接触面の摩擦係数も低減することができる。

【0046】

イオン注入工具の切削試験では、Ti濃度の異なる2種類の被削材(Ti脱酸鋼及びAl脱酸鋼)を用いたが、Ti含有量が多い被削材(Ti脱酸鋼)の方が高い性能が得られた。この結果は、被削材にTiが存在すると本発明の切削工具の潤滑性がさらに向上することを示している。

【0047】



<実施例 2> イオン注入を行った非コーティング工具の摩耗特性

P10 イオン注入工具について乾式切削による摩耗試験を行った。試験の条件は下記の通りである。

切削速度 V : 50 ~ 250 m/分

切削距離 500 m

(切削時間は切削速度に依存し、例えば $V = 50 \text{ m/min}$ では 10 分、 250 m/min では 2 分となる)

被削材: 上記の Al 脱酸鋼及び Ti 脱酸鋼

その他の条件は実施例 1 と同様にした。

【0048】

試験後の工具すくい面摩耗深さ (k_T) と逃げ面摩耗幅 (V_B) を測定し、摩耗を評価した (図 5)。図 5 に示す通り、Ti 脱酸鋼を被削材とした方が k_T 及び V_B が小さく、摩耗特性が改善されることがわかる。

【0049】

<実施例 3> イオン注入を行った非コーティング工具の自己潤滑膜の分析

実施例 1 と同様の切削に用いたイオン注入 P10 工具について、生成した自己潤滑膜を光学顕微鏡により観察した (図 6)。その結果、被削材との接触面に膜が形成されていることが観察された。

【0050】

該膜組成を XAM により測定した (図 7)。図 7 に示すように、被削材との接触面近傍に Ti-Mn-Si 複合酸化物が生成していることがわかる。

なお図 7 では、該膜領域で W、Si、Mn、Al、及び Ti について測定を行い、それぞれ WC、 SiO_2 、 MnO 、 Al_2O_3 、及び TiO_2 として存在すると仮定して重量を計算し、その総和を 100% とした。そして、上記のように仮定した各化合物について求めた重量% の値を、図 7 中に各元素について表記した。例えば Ti について、

$\text{TiO}_2 / (\text{WC} + \text{SiO}_2 + \text{MnO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2)$

で表される重量比を表記した。ただし、W、Si、Mn、Al、及び Ti が実際に WC、 SiO_2 、 MnO 、 Al_2O_3 、及び TiO_2 として存在するわけではない



。図7中における $(a\text{SiO}_2-b\text{MnO}-c\text{TiO}_2)$ という表記は、 $\text{Si}/\text{Mn}/\text{Ti}$ のモル比が概略 $a/b/c$ であることを示す。

【0051】

<実施例4> イオン注入TiNコーティング工具の自己潤滑膜分析

イオン注入TiNコーティング工具を用いて実施例1と同様にして切削を行った後、自己潤滑膜についてXPSにより元素分析を行い(図8)、結晶構造を制限視野電子回折(SAED)により調べた(図9)。図8には、イオン注入を行わなかったTiNコーティング工具の結果も比較のため示した。図8の上段及び下段のスペクトルは同一の分析装置及び条件で測定しており、両者でピークの絶対強度を比較することができる。Tiに由来するピークの強度を比較すると、イオン注入を行った工具では、行わなかった工具と比較して表面のTi濃度が高いことがわかる。イオン注入を行わなかった工具ではFe由来の強いピークが観測され、表層に被削材が堆積していることを示唆している。それに対し、本発明のイオン注入工具ではTiのピークが強く観測され、被削材の堆積が抑制されると共にTi含有自己潤滑膜が形成されることを示唆している。

【0052】

図8にはTiO₂とTiNのピークのみ帰属を示したが、Ti原子価が2価より大きく4価未満であるTi酸化物及び/又は複合酸化物相のTiのピークは、TiO₂のピークより低束縛エネルギー側のショルダーになっていると推測される。そして、これらのTi酸化物相が存在することは図9の電子回折より裏付けられる。


【0053】

図9中には、回折パターンから同定した相も表記した。Tiの原子価が2価より大きく4価未満であるTi酸化物相(Magneli相を含む)が形成されることがわかる。図9の結果は、Ti酸化物相を含む自己潤滑膜が生成していることを示している。

【0054】

<実施例5> イオン注入を行ったTiCNコーティング工具の切削試験

イオン注入したTiCNコーティングP10工具について、切り込み深さ(D



c) 1. 0 mm、送り (f) 0. 1 mm/rev、切削距離 500 m の条件で切削を行い、摩耗特性を調べた (図 10)。被削材としては、前述の Al 脱酸鋼及び Ti 脱酸鋼を用いた。比較のため、イオン注入を行わなかった TiCN コーティング工具についても試験を行った。

【0055】

イオン注入を行わなかった場合、切削速度が 300 m/min を超えると摩耗幅 V_B が急増し、500 m/min では切削が困難となった。それに対し本発明のイオン注入工具では、切削速度が 500 m/min でも切削が可能であり、摩耗が抑制されていることがわかる。特に被削材が Ti 脱酸鋼である場合には、切削速度が 300 m/min 以上でも摩耗幅の増加が緩慢であり、高速域である切削速度 500 m/min で 500 m 切削後の V_B が $57 \mu\text{m}$ に留まっている。工具の交換を $V_B = 200 \mu\text{m}$ で行うとしても、1700 m 以上の切削を行うことができると思われ。

【0056】

切削速度 500 m/min における工具摩耗幅 V_B と切削距離との関係を図 11 に示す。被削材が Al 脱酸鋼である場合、 V_B は切削距離の増加にほぼ比例して増加した。それに対し Ti 脱酸鋼では、切削距離が 500 m を超えると V_B の増加が鈍化することがわかる。切削距離 500 m ~ 1000 m の間の V_B 増加量について比較すると、Ti 脱酸鋼での値は Al 脱酸鋼での値の 1/6 にすぎない。

【0057】

このような差異が生じる原因としては、工具逃げ面に形成する自己潤滑膜の性質の違いが挙げられる。自己潤滑膜は、図 12 中に Belag と表記した領域に該当する。被削材として Ti 脱酸鋼といった Ti 含有材を使用すると、Ti 含有酸化物相を含む自己潤滑膜が形成され、切削仕上げ面の擦過から工具逃げ面を有効に保護していると推測される。

【0058】

【発明の効果】

本発明によれば、硬質材料である母材及び／又は Ti 含有コーティング層にハ



ロゲン元素をイオン注入し、さらに被加工材に高速で接触させることにより、耐摩耗性及び潤滑性に優れた高速加工用部品を得ることができる。該部品を用いた切削工具により、乾式の高速切削を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、切削工程のモデル図を示す。

【図2】 図2は、イオン注入P10工具、TiNコーティングP10工具、及び未処理のP30工具について、切削抵抗合力の切削速度依存性を示す。

【図3】 図3は、イオン注入P10工具、TiNコーティングP10工具、及び未処理のP30工具について、送り分力の切削速度依存性を示す。

【図4】 図4は、イオン注入P10工具について、摩擦係数の切削速度依存性を示す。

【図5】 図5は、イオン注入P10工具の摩耗試験の結果を示す。

【図6】 図6は、Ti脱酸鋼の切削に使用したイオン注入P10工具の断面観察の結果を示す。

【図7】 図7は、Ti脱酸鋼の切削に使用したイオン注入P10工具の断面についてXMAにより元素分析を行った結果を示す。

【図8】 図8は、切削後のTiNコーティング工具（上段）及びイオン注入TiNコーティング工具（下段）の表面について測定したXPSの結果を示す。

【図9】 図9は、切削後のイオン注入TiNコーティング工具表層について4カ所で行った視野制限電子回折の結果を示す。

【図10】 図10は、イオン注入を行ったTiCNコーティング工具及びイオン注入を行わなかったTiCNコーティング工具について行った切削試験の結果を示す。

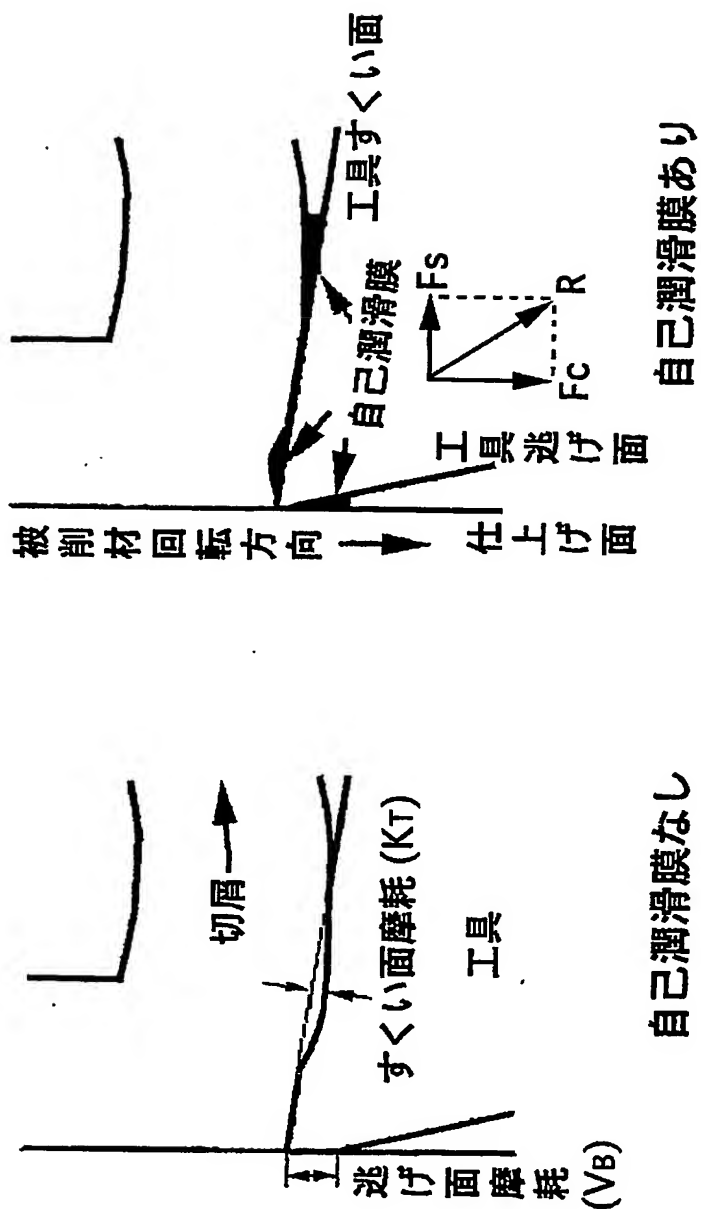
【図11】 図11は、イオン注入を行ったTiCNコーティング工具を用いて切削した後の工具逃げ面摩耗幅を示す。切削速度を500m/min、切削距離を500m又は1000mとした。

【図12】 図12は図11の条件で切削した後の逃げ面摩耗状態を観察した断面図である。



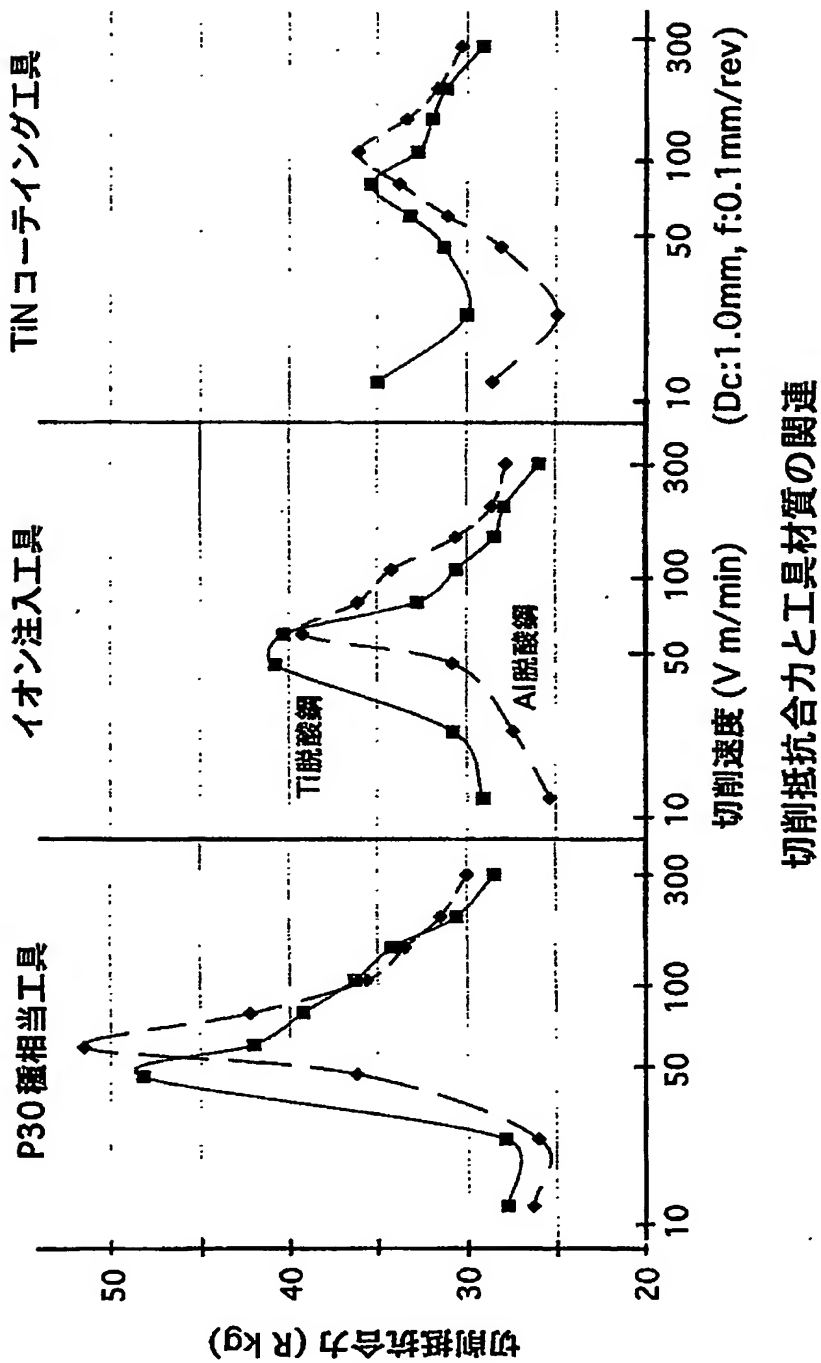
【書類名】 図面

【図 1】

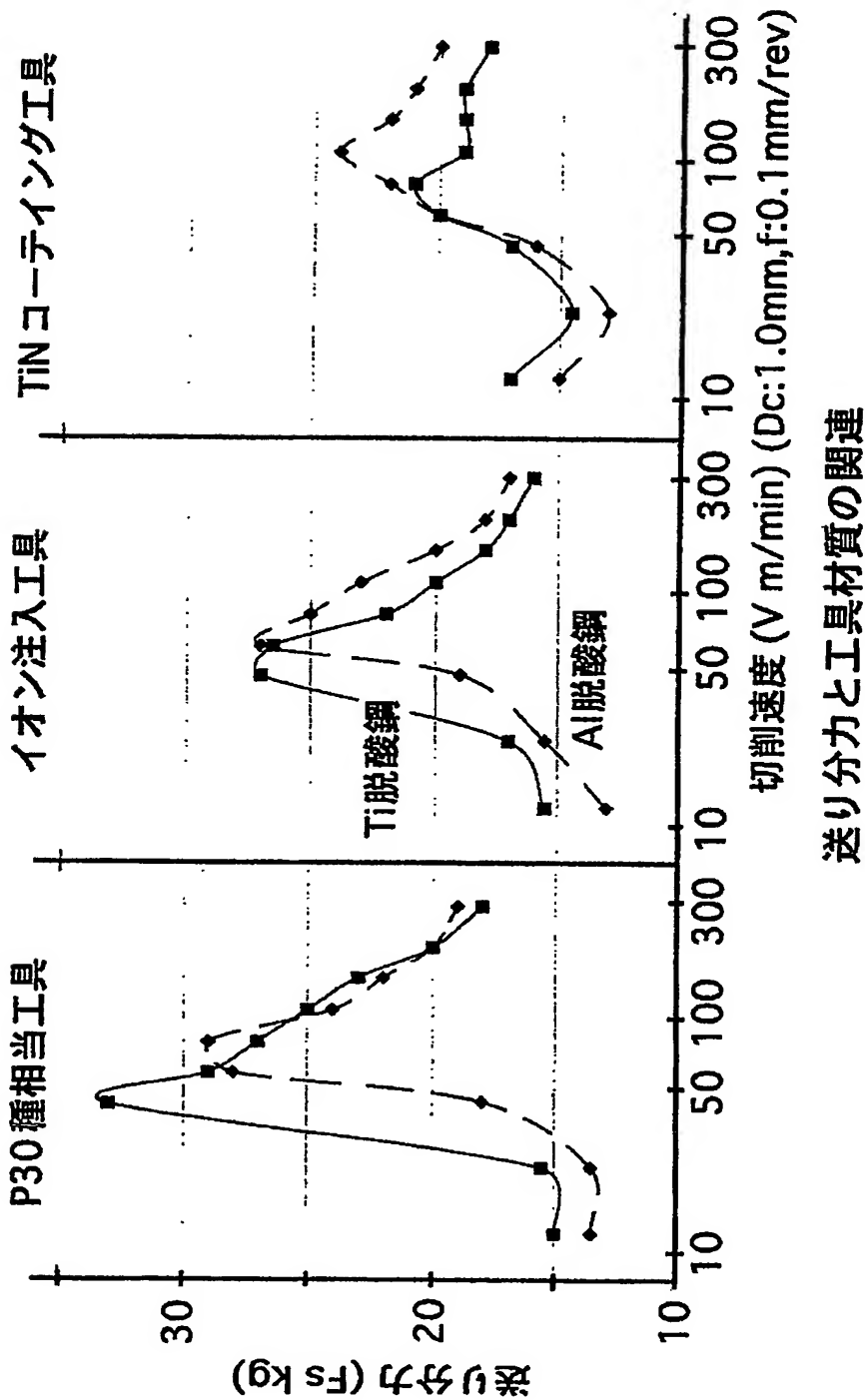


高速切削域における自己潤滑膜の生成状態

【図 2】

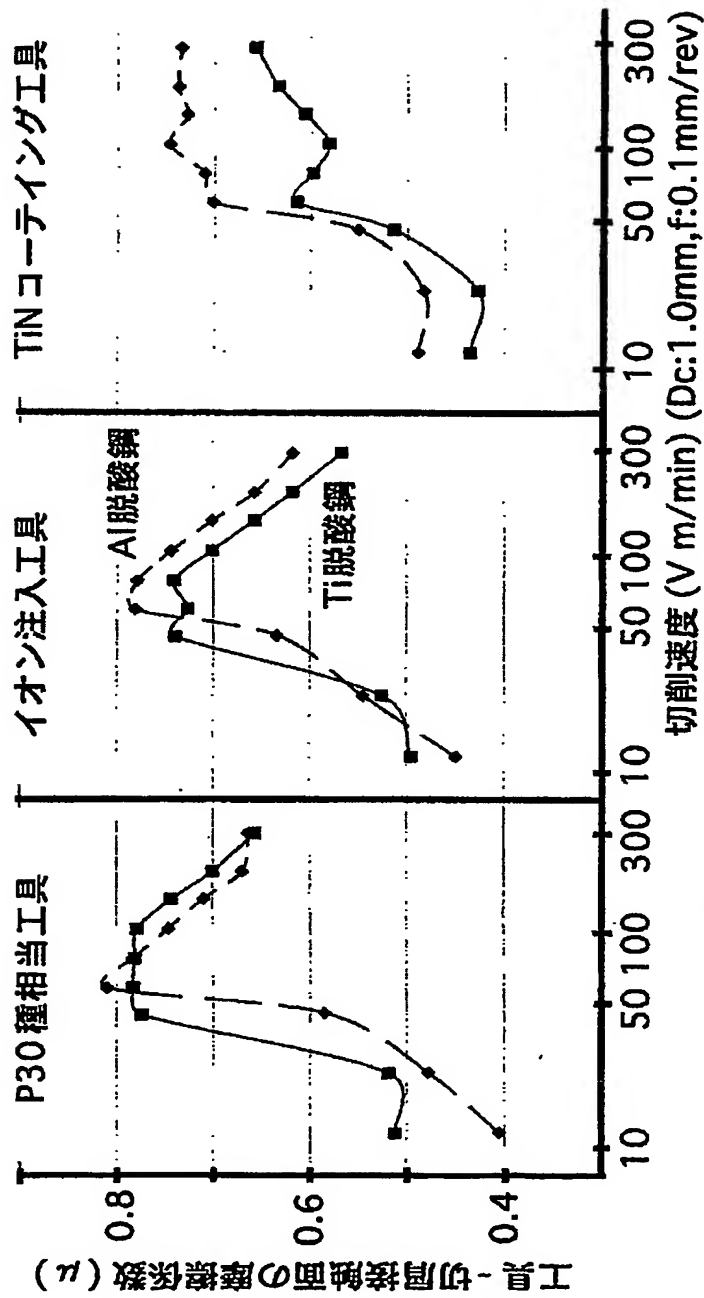


【図 3】



送り分力と工具材質の関連

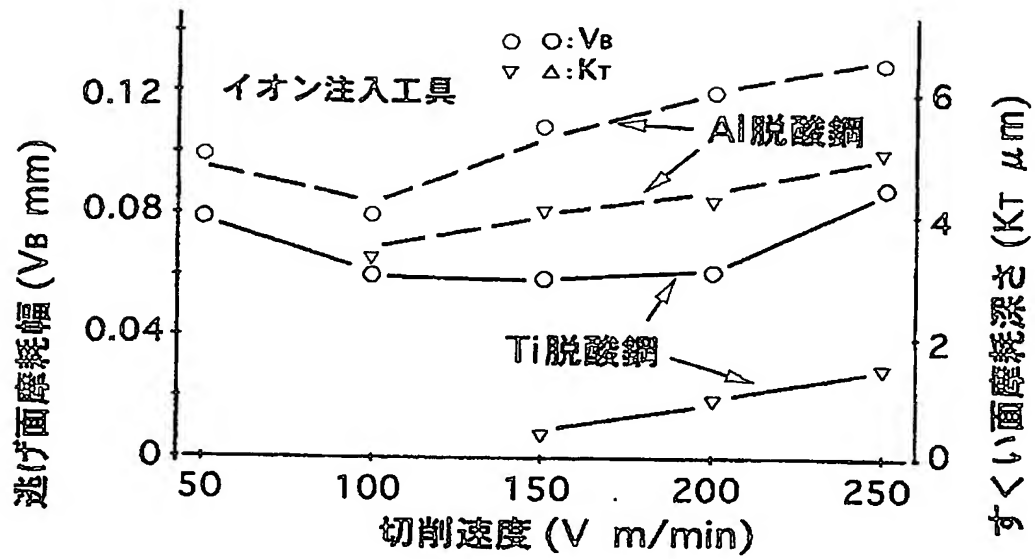
【図 4】



工具-切屑接触面の摩擦係数と工具材質との関連

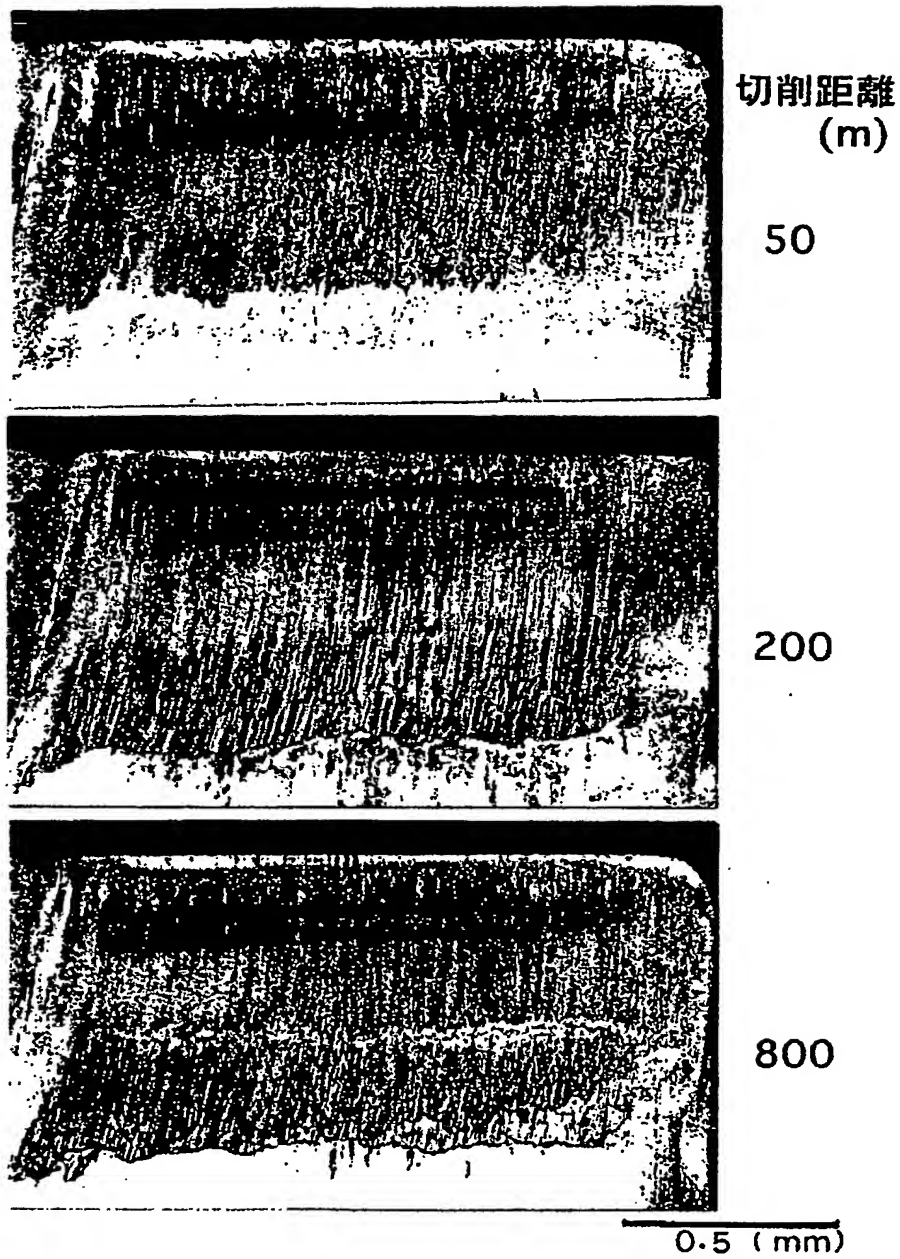


【図 5】



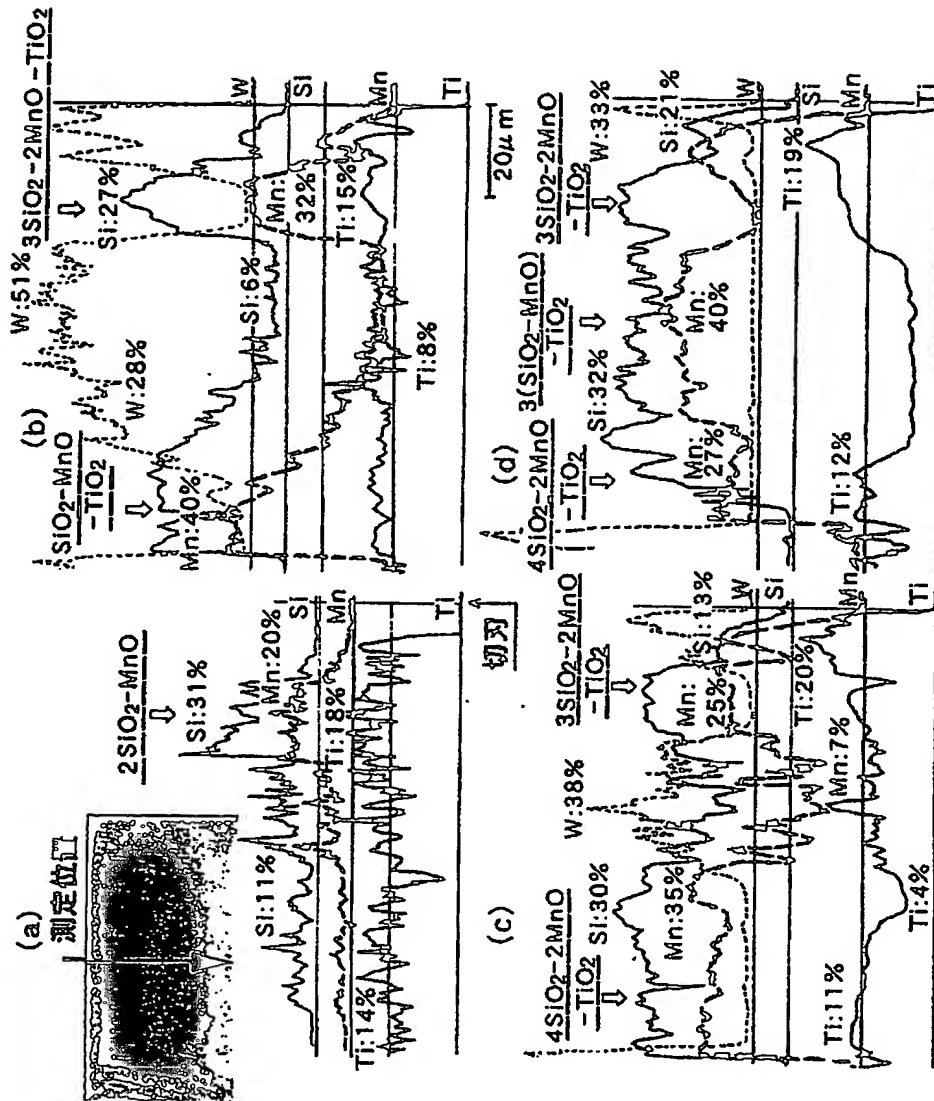
各切削速度域における工具摩耗

【図 6】



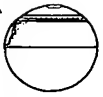
Ti脱酸鋼切削中の自己潤滑膜生成状態

【図 7】

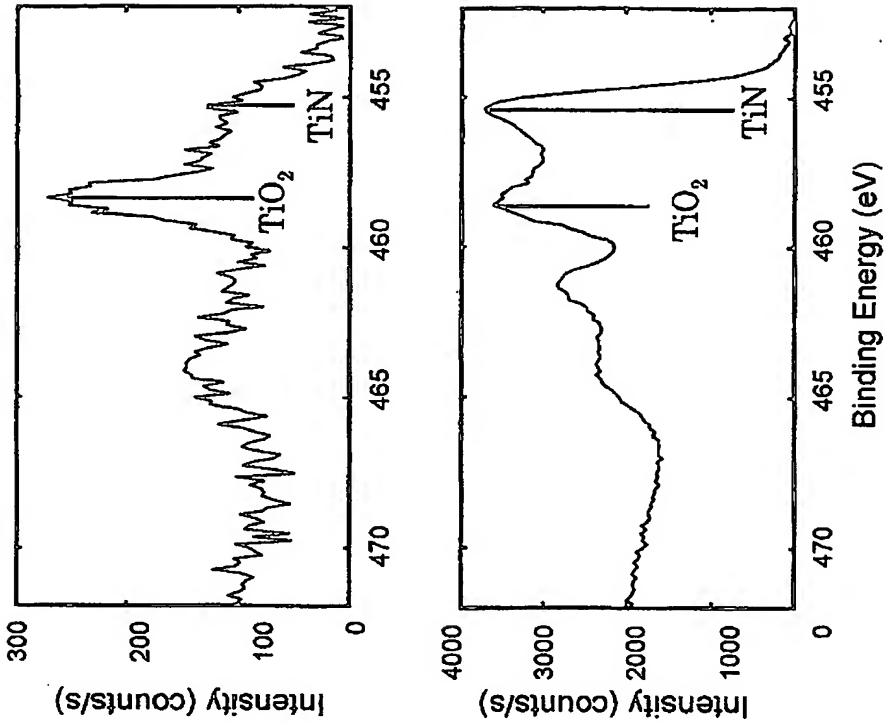


切削距離 (a):50m, (b):200m, (c):800m, (d):3000m

Ti脱酸鋼切削中の自己潤滑膜組成 (S45C)



【図8】

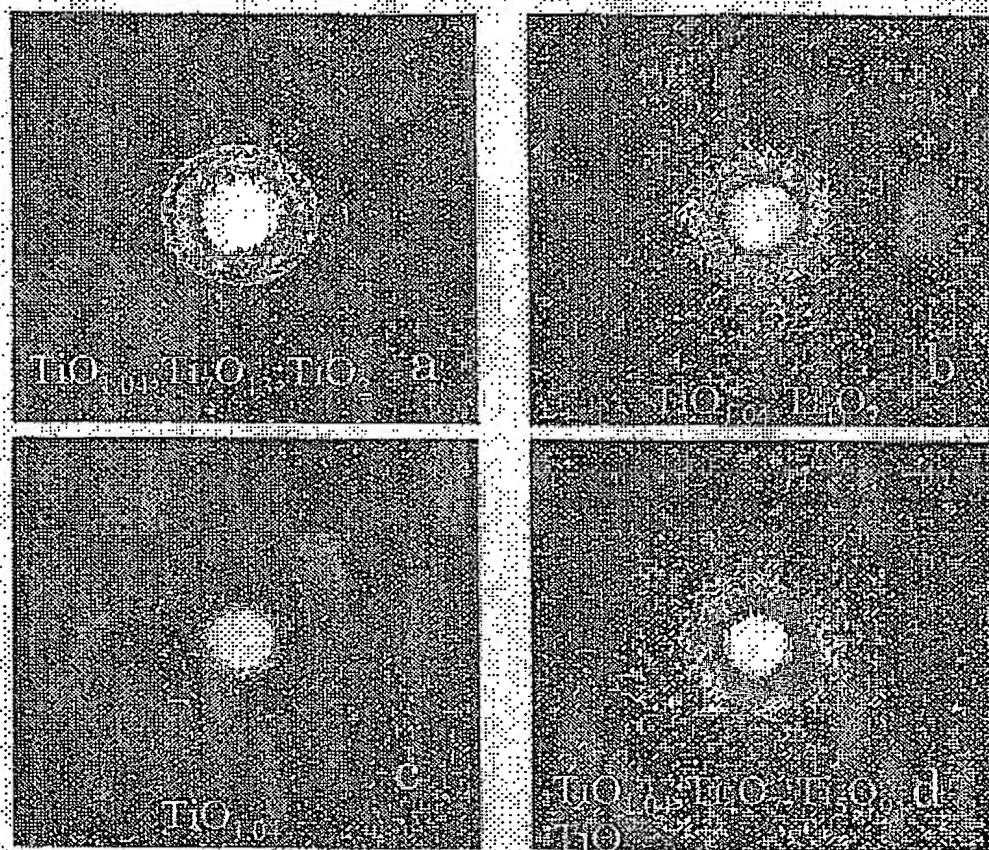


XPSによる分析結果:

上図: 未注入TiNコーティング工員

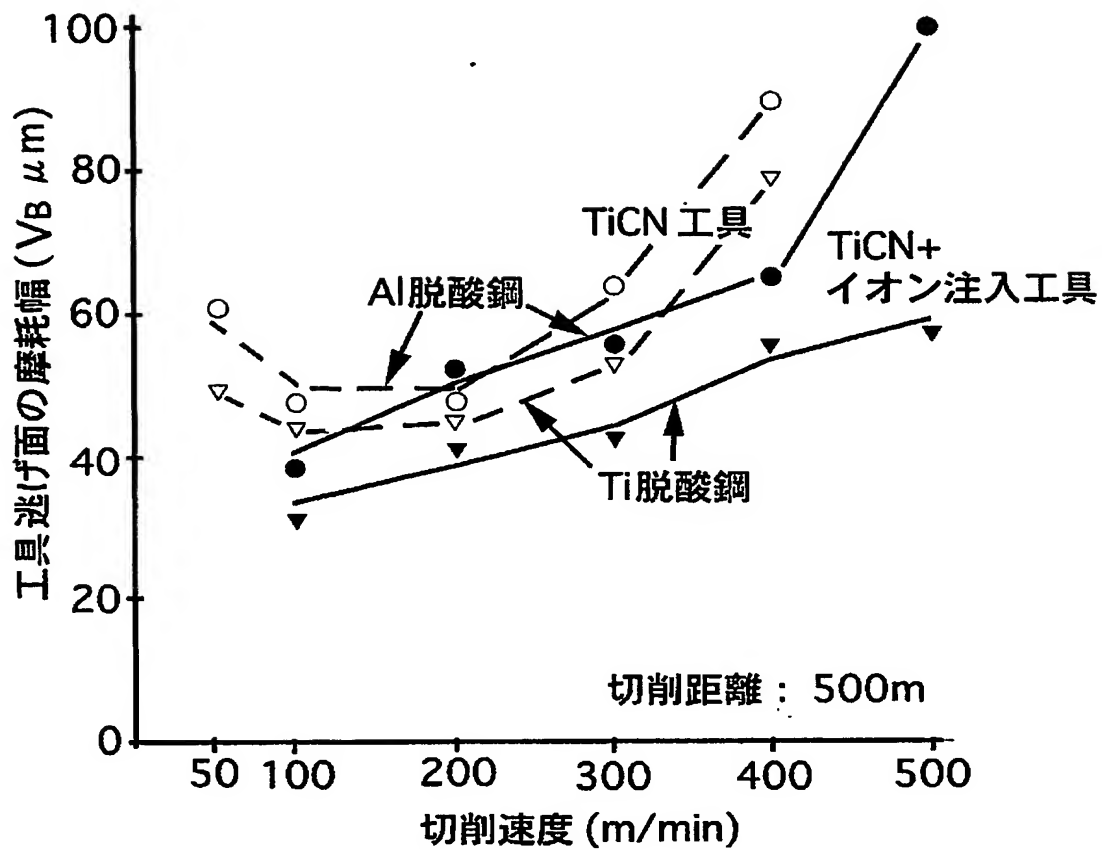
下図: Clイオン注入TiNコーティング工員

【図 9】



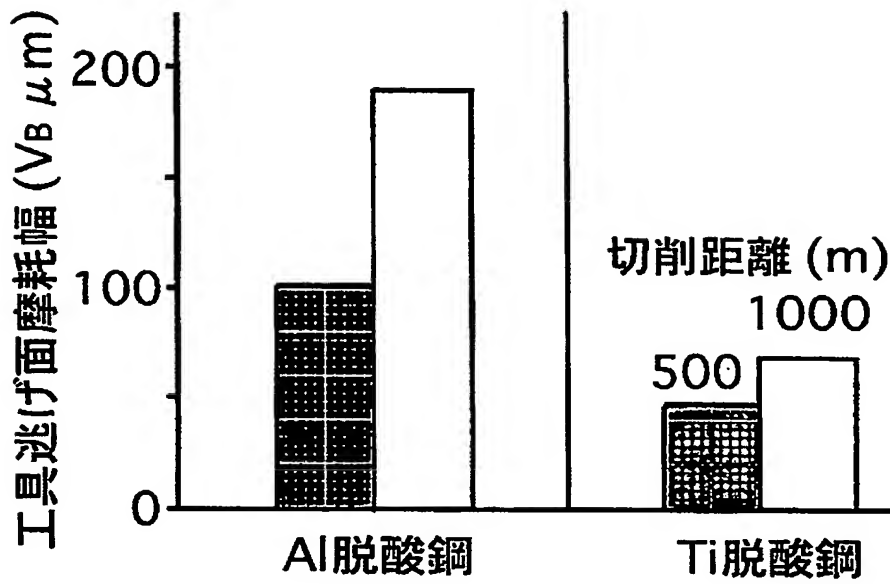
自己潤滑膜成分のSAED分析結果

【図 10】



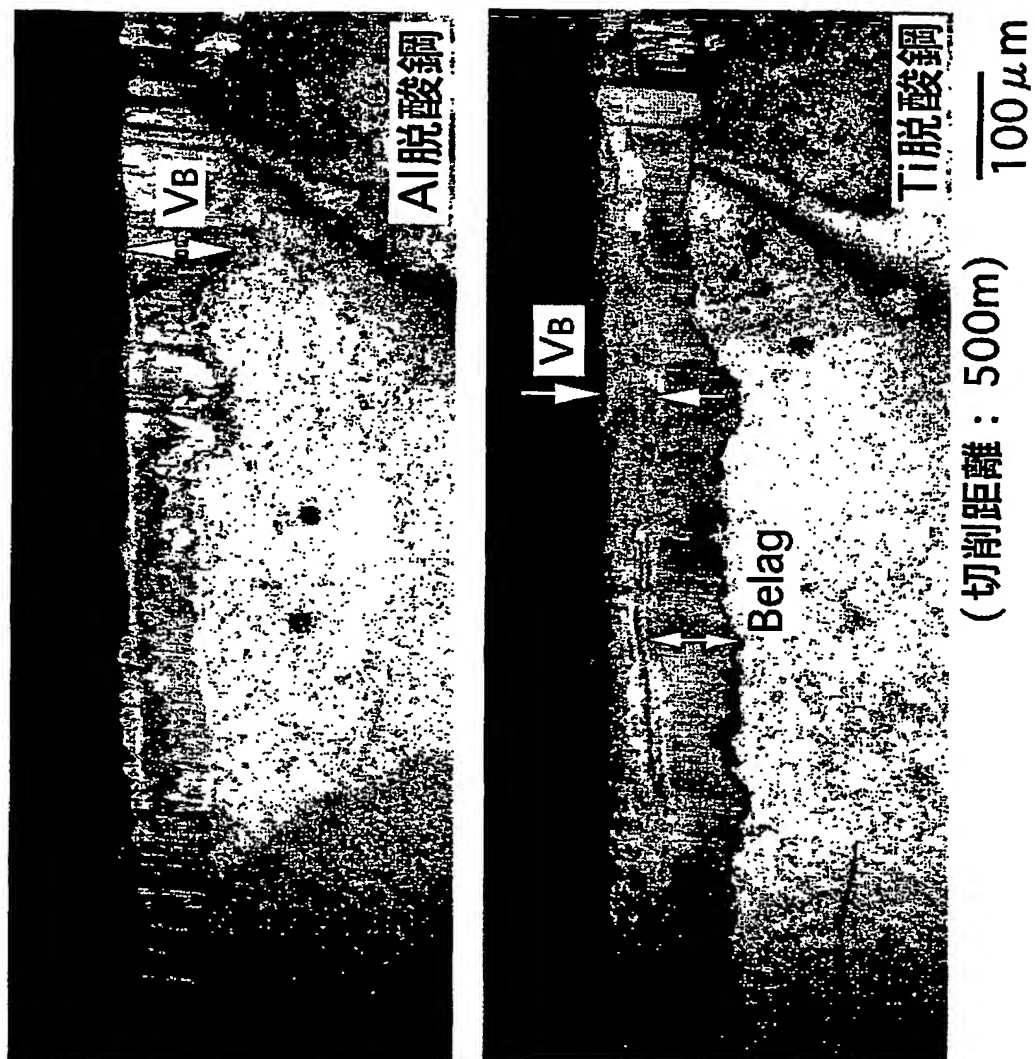
各切削速度域で一定距離切削後の工具逃げ面摩耗幅

【図 11】



切削速度 500m/min における工具逃げ面摩耗幅に及ぼす切削距離の影響

【図 12】



切削速度 500m/min における逃げ面摩耗状態

**【書類名】 要約書**

【課題】 耐摩耗性及び潤滑性が改善された高速加工用部品、及び該部品を用いた乾式での高速加工方法を提供する。特に、高速切削部品及び高速切削方法を提供する。

【解決手段】 超硬合金を母材とする加工用部品にハロゲン元素をイオン注入し、被加工材に150m/分以上の速度で接触させることにより、該部品の耐摩耗性及び潤滑性を改善することができる。加工用部品がTi含有コーティング層を有する場合にも、同様にして耐摩耗性及び潤滑性を改善することができる。これらの部品を含む切削工具を用いると、切削油なしで高速の乾式切削が可能となる。本発明の加工用部品を被加工材と高速で接触させることにより、該部品が被削材と接触する面に自己潤滑膜を生成することができる。

【選択図】 図2



【書類名】	出願人名義変更届
【提出日】	平成15年 7月 8日
【あて先】	特許庁長官 太田 信一郎 殿
【事件の表示】	
【出願番号】	特願2003-123418
【承継人】	
【識別番号】	591043581
【氏名又は名称】	東京都
【代表者】	知事 石原 慎太郎
【提出物件の目録】	
【物件名】	承継人であることを証明する書面 1
【物件名】	同意書 1

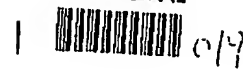
【事件の表示】	
【発明の名称】	高速加工工具



【物件名】

承継人であることを証明する書面

【添付書類】



譲 渡 証 書

平成15年 6 月 9 日

住 所 東京都新宿区西新宿二丁目 8 番 1 号

譲受人 東京都

代表者 知事 石原 慎太郎 殿

住 所 東京都北区西が丘三丁目 13 番 10 号

東京都立産業技術研究所内

譲渡人 三尾 淳 

下記の発明に関する特許を受ける権利を貴殿に譲渡したことに相違ありません。

記

- 1 特許出願の番号 特願 2003-123418
- 2 発明の名称 高速加工工具



【物件名】

同意書

【添付書類】



同 意 書

平成15年6月9日

住所 東京都北区西が丘三丁目13番10号

東京都立産業技術研究所内

氏名 三尾 淳 殿

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

新丸ノ内ビルディング6階

名 称 株式会社 先端科学技術インキュベーションセンター

代表者 代表取締役 山本 貴史



下記の発明に関する特許を受ける権利の貴殿の持分を東京都に譲渡することに同意します。

記

1 特許出願の番号 特願 2003-123418

2 発明の名称 高速加工工具

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-123418
受付番号	10301270019
書類名	出願人名義変更届
担当官	植田 晴穂 6992
作成日	平成 15 年 10 月 30 日

<認定情報・付加情報>

【承継人】	申請人
【識別番号】	591043581
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 8 番 1 号
【氏名又は名称】	東京都
【提出された物件の記事】	
【提出物件名】	同意書 1
【提出物件名】	承継人であることを証明する書面 1



特願 2003-123418

出願人履歴情報

識別番号 [899000024]

1. 変更年月日 1999年 9月16日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 新丸の内ビルディング6階

氏 名 株式会社 先端科学技術インキュベーションセンター



特願 2 0 0 3 - 1 2 3 4 1 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 0 3 1 5 8 9 7 0]

1. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 2 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都北区西が丘三丁目 1 3 番 1 0 号 東京都立産業技術研究
所内

氏 名 三尾 淳



特願 2 0 0 3 - 1 2 3 4 1 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 9 1 0 4 3 5 8 1]

1. 変更年月日

1 9 9 1 年 5 月 2 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 8 番 1 号

氏 名

東京都